

道路生態工程設計施工實務探討

摘要

本文簡要介紹台灣生態工程應用在道路工程之理念，進而討論可能之解決對策。其次，將研擬生態工程應用在道路工程之整合模式，包含道路工程生命周期之所有階段，即計畫提送、可行性研究、規劃階段、設計階段、施工階段、營運階段及拆除(廢棄)階段，落實生態考量理念之應用方法，使生態環境之考量融入於道路工程之中。最後，本文以三芝北投公路設計為例，供後續道路生態工程之示範參考。

關鍵字：生態工程、生態道路、生態設計

一、前言

過去道路建設過度偏重運輸功能及安全效益，對生態環境相對地缺乏適度之尊重，運輸雖然帶來了便捷之生活與環境之繁榮，但是道路也對自然生態及環境景觀造成相當程度之破壞與衝擊。因此，新一代的道路建設除了必須思考傳統工程方法所帶來之問題外，更必須思索採行以尊重環境生態為理念、落實環境保育為目標的生態工程之必要性，期能在兼顧人類交通經濟等需求之前提下，減少對環境資源之破壞，進而維繫人類與自然環境之永久和諧與共生共存。

在公共工程委員會對生態工程的大力推動下，近期許多道路工程已逐漸將生態考量融入在設計及設計中。本文即以國道新建工程局三芝北投公路設計之推動經驗為例，以工程師實事求是的態度，透過跨領域（multi-disciplinary）專家團隊的諮詢與環境調查資源的整合，應用快速生態評估法(Rapid Ecological Assessment, REA)的操作經驗累積；投入更多的資源，積極掌握環境影響議題，並以明確定義課題、提出可行對策、整合發包文件及持續成效追蹤等手段，來內化路廊與週邊環境影響的議題(邱銘源、黃于坡，2004)。期待未來道路建設，工程人員與環保團體將不再是對立的兩極，透過環境保護共識與相關技術平台的

討論，我們將有異中求同的討論機會。

二、生態工程應用在道路工程之基本概念

依據本文彙整國內外相關文獻顯示，生態工程之思維架構應具有層次性（請參圖1），茲依據推動方向及制定策略說明如後，而擬訂計畫及落實內容將分別於後續章節進行說明。

1.推動方向

在自然生態環境系統中，道路開發為人為干擾引入的主要因素，亦為環境變遷的關鍵，其結果往往對自然環境呈現負面影響。因此，在生態工程應用在道路工程上，其推動方向主要分為三種層次，即復育(restoration)、復建(rehabilitation)及再造(reclamation)。復育係理想的狀態，修復因人類造成的損害，重建原有的水文、植群與土壤，讓土地恢復到原有生態系的功能、價值、動態過程和多樣性，卻不一定是最高的生產性；復建則是對於受干擾之區域，針對原地區生態系統的功能性與結構性，以人為經營的方式維繫自然的自我組織能力；再造則是對於受到嚴重干擾或破壞之區域，以人為的方式恢復到能夠利用的狀態，再造亦可視為復育的第一階段。

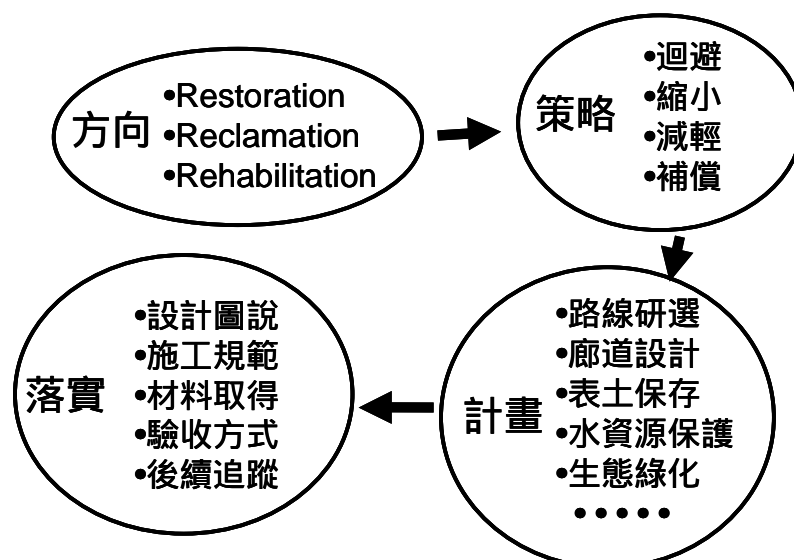


圖 1 道路生態工程思維架構圖

在受過干擾的地區，人為介入所做的復育或重建工作是否為多此一舉或是臨門一腳，這可由生態功能與生態系結構的關聯加以說明。在人為介入與否下，生物量與養分含量可隨著自然的演替作用，自行恢復到原來的生態條件。其中，復育可以讓受創的生態系回復到其原有的生態位階，復建卻不能完全恢復到原始位階，而再造在生態生產性增加與否方面，都會使得生態結構簡化。除此之外，生態環境如受到嚴重的破壞，在放任之下，其生態位階會有再更進一步惡化之可能(Harris等，1996)。

2.制定策略

綜合國外之觀念，可知生態工程的策略運用其實大同小異，主要概念首先為生態敏感區之迴避，經迴避後即可大幅減少衝擊的產生，而後才是縮小、減輕及補償等降低衝擊的方法。以美國加州之制度為例，大尺度計畫(如地區整體之交通運輸計畫)，強調迴避及縮小策略之應用；中等尺度計畫，強調迴避、縮小、減輕及補償策略之應用；小尺度計畫(如細部設計或施工)，強調細微尺度上迴避、縮小及減輕策略之應用。另外，生態工程的策略運用應注意空間與時間之尺度，且不同時間與空間尺度下，重要的是策略應用之順序，而非策略應用之成本、量體大小等。

綜合上述，本文建議在推動方向確認後，即需依據工程內容及效益成本制定策略，分別就策略之意義及應用彙整說明如後。

- (1) 迴避策略(avoidance)：即迴避負面影響之產生，大尺度之應用包括停止開發計畫、選用替代路線方案等；較小尺度之應用則包含迴避地方性生態較敏感之環境、迴避老樹所在位置等。
- (2) 縮小策略(minimization)：即縮小工程量體之施作，其應用包含縮減車道數、減少路寬等。
- (3) 減輕策略(mitigation)：係於路線擬定之後，經過評估其影響

程度，進行減輕傷害的措施，如大型或小型動物通道的建置、資材自然化、邊坡保護工法等。

- (4) 補償策略(compensation)：即營造、保留或增加棲地作為任何重要損失的補償。補償分為現地或非現地進行減輕傷害的措施。於現地可能是利用工程方法或管理限制其傷害之擴大，於非現地則透過鄰近區域之分析，對於受道路衝擊之敏感區，創造或重建與敏感區同性質之棲地，若鄰近環境不適合做為同性質之棲地，則考量利用不同性質之棲地來增加整體的生態效益。

二、生態工程及道路工程整合模式

國內目前尚未有生態工程應用在道路工程較為成熟的案例，究其因乃欠缺系統整合之故，其中以工程專業與生態專業間不易整合，及道路生命週期(可行性規劃、設計、施工監造、維護管理)中生態理念的貫徹落差最大。

本文彙整既有之道路建設流程，及前人所提生態工程應用於道路工程之設計準則，提出生態工程與道路工程之整合模式架構(如圖1)，並將生態考量納入既有道路建設流程項目中，使工程師能在最短的時間內，了解自己在生態工程中應扮演的角色及所應具備的條件。其次藉由流程及相關說明，能讓各個專業工程師在執行道路工程的同時，能了解該階段在生態部分應考量的項目，以及需要生態專業協助的內容，並說明生態專業人員在各流程項目中，所應扮演的角色及應提供的服務內容。

1.生態工程與道路工程之整合模式

生態工程在道路工程之應用，最主要的關鍵在於生態界與工程界的整合，其中包含專業的整合、技術的整合、資訊的整合、縱向的整合、橫向的整合(圖2)，分別詳述如後。



圖 2 生態工程應用在道路工程之整合圖

(1) 專業的整合

所謂專業的整合，即是工程與生態專業的整合。國內學術分科較早，以就學背景而言，工程領域與生態領域自高中階段即以平行無交集的方式各自發展。我國工程師的訓練，一向著重於專業技術方面的提昇，因此甚少有跨越領域的人才培養；同樣的，生態專家也埋首於書籍及野外之中，充滿感性卻又無能為力看著生態資源的耗損。以致於工程界對生態領域一無所知，生態界則對工程領域一籌莫展，而導致工程人員破壞生態，生態人員專寫生物墓誌銘的雙輸情形。然生態工程的成功關鍵正是工程專業與生態專業之攜手合作，因此，建立工程界及生態界溝通的橋樑與共通語言乃當務之急。

，專業的分化也就造成互不信任即互相對立的現象。雖然近年來工程界已有重視生態的共識與趨勢，大學也紛紛成立生態工程學程，以期培養工程師之生態素養，然工程建設仍需如期進行，當務之急則是先藉由整合模式，提供工程界依循的參考。

(2) 技術的整合

所謂技術的整合，即是指理論與實務的整合。我國積極推動生態工程，並為縮減試錯的時間，常邀請國外知名生態工程學者提供寶貴經驗與建議，國內近期也有許多專書發表及研究報告，生態工程相關研討會也場場爆滿，顯示生態工程已廣泛受到各界重視。然在實務面上，台灣地形、氣候及物種特性具有高度特殊性，生態工程理論尚未依據國內的環境特性加以本土化，在欠缺系統整合之情況下，工程人員無法在短時間內吸收各項層面的知識，參考國外案例設計時，亦常因片面與不完整的認知，而有錯誤套用的情形發生。另工程人員對生態工程的認知與熱情也常有差異，經常產生不必要之內耗及衝突，例如有時設計的美意卻被粗暴的施工方式所破壞等狀況發生，因此理論與實務層面之系統整合實有其必要性及迫切性。

(3) 資訊的整合

所謂資訊的整合，即是講求如何將生態資訊融入在工程設計之中。生態背景資料不足，是現階段推動生態工程最大的問題之一，然而受限於開發時程，許多生態調查緩不濟急，尤其在台灣四季分明的生態環境中，短期的生態普查資料多不足以提供生態工程設計之用，許多仍需仰賴區域性生態專家學者、保育團體、長期研究資料及生物資料庫的協助，然目前並無此類生態資訊管道，以至於工程人員常無法在短時間獲得正確及重要的生態資訊。由於國內工程界對生態領域仍十分陌生，以致許多開發計畫不知要找誰，亦或找錯對象，因此生態資訊運用管道之建立及資訊的整合，將可提供建設初期，工程界獲得生態資訊之重要管道，節省工程人員摸索的時間。

(4) 縱向的整合

所謂縱向的整合，即是考量生態工程如何應用在道路工程各生命週期之中，並以整體考量的方式來執行。本計畫所指的生命週期包含計畫提送階段、可行性研究、規劃階段、

設計階段、施工階段、維護管理階段以及廢棄階段。現有的生態工程無法落實，最主要的是將生態理論及設計構想並未傳達至各個工程階段的參與人員，因此縱向結構的整合，為生態工程應用在道路工程成功與否的要項。再者，工程師共識的取得大多需要仰賴一套具有系統性的文件，以擔負設計與施作的介面工具。本文即建置整合模式，以及檢核表的查核方式加強生態工程的落實介面。

(5) 橫向的整合

所謂橫向的整合，即是整合生態的知識，並應用在道路工程所含的排水工程、景觀工程、大地工程、機電工程等各方面。本計畫建議道路工程的工作團隊應該設立生態小組負責人一職，整合各生態知識，並協調提供各工程所需要的生態專業支援，兼顧整體性與有效性以調合道路工程之施作。

二、道路生態工程各階段之落實內容

生態工程應用於道路工程的另一個困境，在於規劃設計的生態考量無法讓後續的施工單位、監造單位及維護管理單位，達到充分了解和依循的目標，以致於許多生態規劃設計的美意無法被落實，甚或被誤用而遭致批評。本文在參考國外經驗後，認為日本落實生態保護措施的模式具有重要的參考價值，其中最主要的方式在於工程計畫必須撰寫生態保護說明書的要求。

國內目前可行性研究與規劃階段所製作之規劃報告，大多欠缺生態考量的詳細說明，許多重要的原則及想法，無法提供給後續工程設計人員領會與理解。當階段轉換時，由不同廠商或工作團隊承辦，則會產生理念不連貫的現象，即生態工程的美意可能被曲解或誤用，而降低生態工程之功能。本文將日本環境配慮說明書的操作機制應用在國內道路工程上，研擬固定的格式與撰寫方式，交由生態(工程)專業人員撰寫，並建議將撰寫之說明書列為後續作業招標文件的一部分，以有效改善現階段生態理念無法連貫的狀況。

接續整合流程的建置，本文配合各階段流程提出主要之生態

考量，然因各機關在流程及工程規模上皆有其特有習慣，因此考量內容仍應依據需求加以調整。除本文外，每個階段所應考量之生態事項，尚可參考2005年公共工程委員會委託研究的「生態工程應用在道路工程之研究(第二期)」、2003年蔡厚男、邱銘源及呂慧穎所著「道路建設與生態工法」，以及2004年交通部台灣區國道新建工程局委託研究的「高速公路建設應用生態工法設計準則及範例之研究」等報告，以獲得更充分的資料。

1.計畫提送階段

計畫提送階段在生態方面之考量重點在於生態的價值判斷，主要避免不當或欠缺國土整體考量的道路建設計畫。本階段主要係要求政府機關提送道路建設計畫時，應考量交通需求之重要性、必要性及急迫性，以確認該計畫是否經過完整評估，以提高交通建設資金的規劃、運用和管理，唯有最符合評估標準的計畫，方能獲得經費補助。

因此本階段擬就交通需求及生態的價值設計檢核表，由政府的道路主管機關審核提送計畫的單位，並要求提送單位在申請文件中附上檢核表，以供主管機關來審查道路之必要性、急迫性及開發的先後順序。

另外，本文建議道路計畫於計畫提送時必須有交通、生態、景觀之專業審議，期未來道路主管機關能成立專業之審查委員會或諮詢顧問團隊，以兼顧發展及保護生態環境之課題。

2.可行性研究階段

可行性研究階段係分析路廊適合開發與否，主要的生態考量重點在於判斷道路工程對生態環境的衝擊程度，目的在於將生態環境成本納入開發成本計算。

由於道路之路廊及構造型式選定後，幾乎即決定道路工程對生態環境之影響，而傳統道路工程的可行性研究多僅注重路廊方案在工程技術及經濟效益是否可行，常未能深入考量道路路廊方案對生態環境造成之衝擊。基於此，本計畫強

調並呼應生態工程應對生態系統深切認知之定義，在可行性研究階段須根據文獻或調查資料繪製生態敏感區位圖，並分析路廊對生態環境之衝擊，以評估路廊在生態資源之可行性與否，並撰寫可行性研究階段的生態保護說明書，以供後續路廊研選評估參考。

3. 規劃階段

規劃階段關係道路工程之路線選定及工程技術研究，其主要的生態考量重點在於衝擊因應對策的規劃。本階段藉由前期預測路廊對生態環境之衝擊，針對路線造成之衝擊依序擬定迴避、縮小、補償以及增益策略。

本階段生態調查較可行性評估之調查尺度及範圍小而細，即針對計畫影響範圍內之生態資源進行較深入的了解，包括目標物種的選定、重要棲地的位置及各路段的生態考量重點。生態效益評估重點則為迴避生態敏感區位及提出生態友善方案，主要目的係盡量迴避生態資源較豐富的地區，每個路線方案都應有完整的生態考量。

4. 設計階段

設計階段係訂定道路工程設計圖及相關說明，其最主要的生態考量重點在於將規劃階段研擬之迴避、縮小、補償以及增益策略落實至工程設計中。本階段在編繪設計圖及擬定施工計畫的過程中，必須依循規劃階段生態保護說明書中相關內容與要求，撰寫設計階段生態保護說明書，詳細說明生態保護措施的落實內容、追蹤監測方式、維護管理方法、生態效益驗收方式及相關預算之編列，供後續人員參考。

本階段生態調查主要為增益性的調查，針對受到影響之生態資源做深入的了解，包括目標物種的棲地、補償物種的選定、棲地補償的範圍及增益性措施所需的生態資訊等。生態效益評估重點則為減法原則(如減少交流道的佈設、減少路肩寬度、減少路燈數量與降低光度等)及提出補償、補救及重塑等增益性措施，主要目的係盡量降低生態資源的破壞

及浪費。

5. 施工階段

施工階段最為重要之生態考量重點主要包括以下四點：一、確保設計階段各項生態考量皆可落實於施工階段中，施工人員經教育訓練，皆可充分認知其所應備之生態知識與工作內容。二、確保追蹤監測機制與生態異常緊急處理流程。三、生態作業文件之齊備，以供後續類似案例之參考。四、確認施工範圍與影響如預期。

本階段在擬定施工計畫的過程中，必須依循設計階段生態保護說明書中相關內容與要求，撰寫施工階段生態保護說明書，詳細說明生態保護措施的落實內容、追蹤監測方式、維護管理方法、生態效益驗收方式、相關配套罰責及相關預算之編列，供後續人員參考。

本階段生態調查主要為驗證性的調查，首先施工前調查係確認各項施工期間生態監測的基準值，即設定在哪些狀況下為生態異常狀況，其後生施工期間生態監測，即定期對生態品質進行監測作業，監測內容除特定生物類群或物種外，重要棲息地的監測與開發範圍亦為重要的監測項目。

6. 營運階段

營運階段最為重要之生態重點工作主要包括：一、生態工程施工完成後之維護管理作業。二、既有道路於營運階段利用生態工程之施作，以減輕生態環境衝擊。

營運階段亦為評估生態工程效益之重要期程，生態工程成功與否，即可藉實際調查予以確認。茲參考美國農業局(USDA)為減輕既有道路對生態環境之負面影響，建議道路主辦機關應研擬適宜之道路營運期間維管作業、環境復育之工作及影響減輕對策(treatments)。對於減輕對策之研擬包含以下五個步驟：(1)界定課題目標、(2)確認對策研擬所需之資料、(3)釐清對策執行所需之資源、(4)研擬適宜之對策，以及(5)研擬後續之監測計畫。

本階段生態調查最為關鍵的部分，即道路營運期間之生態監測工作，監督公路整體計畫對生態環境之衝擊是否合乎預期、無環境惡化、新問題發生或失控之情形。因此，本階段之生態調查目的為驗證當初所預測之影響分析準確性，及作為後續生態改善之參考，最後並將累積經驗，供後續相關案例參考與生態工程演進之基礎。

7. 拆除(廢棄)階段

Bagley (1998)曾針對道路拆除(廢棄)進行研究，首先說明道路拆除有下列優點：(1)減輕對生態之負面影響、(2)減輕對水文之負面影響、(3)減少車輛通行之衍生影響、(4)節省經費開銷。其處理程序如后所述：

- (1) 移除跨河構造物 (Removing Stream Crossing)
- (2) 挖掘道路橫向排水溝 (Constructing Cross road Drains)
- (3) 拆除 (Ripping)：刨除道路鋪面並客土
- (4) 回填至原地形 (Recontouring)
- (5) 修正道路斷面為向外傾斜 (Outsloping)

本階段生態調查最為關鍵的部分為生態系統復原狀況之了解。因此，調查項目應以演替狀況所需之調查為主，較屬於純生態背景之探討。

三、道路生態工程推動理念與實踐作為

道路生態工程在國內仍處於萌芽階段，許多制度尚在建立當中，各相關單位為落實道路生態工程推動，皆有其實施方法，其中國道新建工程局在生態工程推動過程已累積許多經驗，故本節主要以國道新建工程局之推動歷程為主軸(改寫自邱銘源、黃于玻，2004)加以說明。

國道新建工程局為落實生態工程，首先內化檢視組織權管，

就環境議題部份推動橫向單位的整合，籌組生態工程工作圈，並就相關委託合約、作業程序、設計規範等作全盤的檢討；另在外在回應部份則積極拜會生態領域之學術單位與民間團體，建立整合平台與跨專業對話機制，現地環境議題則檢討環評生態調查目前推動之問題。並引進快速生態評估法(REA)之理念，配合工程生命週期的作業進程，以逐層深入、明確定義課題、提出可行對策、引進研究資源、整合發包文件及持續成效追蹤等手段來落實環境保育的議題；相關具體作為分述如後：

1. 組織的調整與推動機制

生態工程乃整合型之工作，在計畫推動過程中，必須有專責單位或人員予以處理，以確保理念與實務的結合。以國道新建工程局為例，在內在組織調整部份，於82年成立景觀科，初期任務以景觀與生態工程之推動為目標，另鑒於過去相關計畫，環境調查資料在各生命週期之作業文件有脫鉤情形，且礙於招標作業與法規限制，調查團隊的調查方法、作業程序與樣區、樣線均未能整合，致生態調查結果多僅能供環評作業審查參考，在缺乏追蹤與資源持續投入的現實下，生態保護議題若未能於生命週期之規劃階段清楚界定，到設計階段專業分工時，限於時程緊迫與缺乏資源持續投入，多易導致問題定義不清而難以配合執行。

經釐清上述問題後，國道新建工程局即檢討相關作業規範與委託服務合約之招標文件，要求納入生態保育專業與對策成果，並於規劃階段之成果審查，提供跨領域針對環境保護議題之意見整合。另為推動局內部跨組室生態保護議題之共識，亦曾籌畫「國道生態工法工作圈」之學習組織，彙整相關案例、檢討作業程序並籌辦組織學習與講習活動；另積極於制度內導入學術單位資源，成立景觀與生態諮詢小組；提供跨領域的專業諮詢，希冀透過內部調整與外部資源的協助，達到工程建設與環境共生的目標。

2. 相關研究資源的投入

為釐清國道建設與環境之議題，同時配合工程會生態工

程政策的要求，國道新建工程局持續投入研究經費，先後完成「高速公路建設應用生態工法設計準則及範例之研究」、「高速公路照明對沿線農作物之影響」、「高速公路照明對沿線生態之影響」等研究；其中設計準則及範例之研究乙案，針對國道建設各生命週期可能衍生的環境議題，蒐集國內外相關案例、技術、制度與做法後；歸納建立相關設計準則，並以檢索表方式提供工程司檢核；相關成果並納入設計合約中操作與回饋修正；該研究成果建立該局後續生態保護對策之基本架構。後續研究資源之投入仍將秉持清楚定義問題、提出可行對策與賡續監測之原則辦理；以有效累積本土道路與環境議題之經驗與資料。

3. 跨專業的夥伴關係與整合平台

國道新建工程局於檢討國內建設計畫，及參酌國外推動成功案例時即發現：以美國I-70公路之經驗為例，在工程規劃前期就應納入跨領域之研究資源與技術指導，俾能清楚定義環境議題，提出後續的迴避或衝擊減輕對策，同時合理的規劃與施工期程，才可能營造一個成功的案例。故該局於國道六號南投路段設計初始，即積極尋求公部門專業夥伴關係的協助，經拜會行政院農委會特有生物研究中心，在何主任源三與彭副主任國棟的支持下，籌設「國六南投路段景觀及生態諮詢小組」，期待透過特生中心的生態專業協助，釐清路廊的環境敏感區位與生態干擾議題，並提供匝道區生態池與植物復育及種植技術的指導；特生中心的協助與全力投入對國六計畫頗多助益；惟礙於規劃期程緊迫，仍有許多想法未能推動，殊為可惜；但第一次工程與生態的對話與合作，仍受益匪淺；後續亦持續委託特生中心辦理三梯次之生態理念施工講習；建立良好之合作關係。

在檢討國道六號南投路段之合作經驗後發現：生態專業協助之介入時間點、合理的規劃時程與行政程序等，仍多有改善空間，後續推動之三芝北投快速道路計畫，該局即調整策略於委託服務合約中要求設計顧問成立「景觀及生態諮詢小組」機制，並加強生態調查專業的資源；本案經評選後由

中華顧問公司得標，並邀請多位生態及景觀之學者，提供專業諮詢及協助，該機制的運作與建立，對於本案規劃初期環境敏感區位的判釋、生態調查方法與頻度的討論、路廊景觀紋理的解讀與定調、地方意見的訪談等；助益良多，同時透過多次路廊現勘與討論，本案諮詢顧問均能針對預期生態干擾議題及改善建議，及早提出建言；該機制之建立對於道路規劃過程跨專業的對話與意見整合；極具指標意義。

4. 環境調查方法與技術的引進

過去生態調查資料，多係配合環評要求所作之環境影響評估方法，生態部份結論多僅為一長串之物種名錄，及簡單描述之衝擊減輕對策，但這樣的結論對於後續細部設計的操作，仍苦於缺少保護標的及生活史與微棲地資料；無法有效釐清問題，提出可行的對策，遑論持續的成效監測；為了釐清路廊研究範圍的生態資料，國道新建工程局嘗試整合環評調查資源，並要求增加調查頻度，律定生態調查計畫，並透過諮詢顧問的協助，提出以植物群落判釋為基礎之快速生態評估法(REA)，該方法係由自然保育目標發展出來之調查方法，並以陸域植物群落和指標物種為調查對象，透過不同尺度的資料，分別以衛星遙測、航測圖、空拍影像及地面田野調查等方式，以植被完整性為立地 (site based) 基礎，來預測與評估研究範圍內地景層級與物種層級的研究方法 (Acevedo et al; 1991)。

透過這樣的調查模式，配合道路生命週期的推進，逐漸縮小研究尺度，並利用路廊直昇機低空（一千呎）空拍影像（詳圖3）與地面路廊視覺穿透點普查與評估，畫設景觀及生態同質區，並就環境敏感區位熱點與重要微棲地加以標定，同時列表管制迴避里程、保護重點、



圖3 REA低空空拍影像的應用

保護標的等；透過生態調查資料的累積與明確的生態熱點與敏感區位標定，提供路廊迴避與衝擊減輕對策的評估。

經過該計畫不同專業間的磨合操作與對話，REA所產出的資料成果與空拍影像對於路廊環境的掌握極具參考價值，另緣於高屏溪橋游隼事件之經驗，本計畫首次於生態調查方法中導入紅外線照相機之影像紀錄方法，其所呈現之在地生態影像，對設計者掌握保護物種，與其棲地環境特質有極大之助益。

5. 配套的發包文件與研究計畫的導入

在規劃階段成果 - 「生態工法對策報告」定稿，並經相關專業凝聚迴避與構造物形式調整之共識後，細部設計階段仍須有配套的發包文件，始能針對保護標的、可能施工干擾及採行對策加以落實，鑒於過去對環境保護之做法僅多於特定條款的注意事項中宣示環境保護的要求，並無明確配套之計價項目（Pay Item），致衍生工地執行諸多困擾，所以為與規設階段環境保護標的接軌；必須設計配套計價項目與圖說規範，始能合理的要求承商具體落實保護標地的要求；另鑒於國內目前對於生態工程的操作仍多於摸索的階段，急待建立本土之操作經驗與資料，故本計畫仍廣續逐層深入、縮小熱點、明確定義課題、提出可行對策、整合發包文件、引進研究資源及成果監測之精神；配套於重點保育項目（如溼地生態池的技術指導與環境監測），納入學術單位的研究計畫，透過持續監測與調查，評估對策之成效，俾作為後續調整對策與累積本土經驗之基礎。

四、道路生態工程應用案例(以三芝北投快速道路設計為例)

三芝北投快速道路係國內目前操作較為完整且收穫較多之案例，故實例探討部份僅就該計畫目前推動之經驗簡介如下。

1. 計畫緣起與策略

三芝北投快速道路在通過環評之後，由中華顧問公司廣續投入設計階段之作業，為落實生態工程與本土經驗，該計

畫於合約中即要求納入「景觀及生態諮詢小組」及生態專業顧問（由觀察家生態顧問公司主辦）。

本工程計畫由三芝至北投，全長約19.8公里，跨越大屯山系山麓，並經過八連溪、大屯溪等重要水系，而由地理區位與文獻資料可知，地區雨量豐沛，並鄰近陽明山國家公園、關渡自然保護區及紅樹林保護區等生態敏感區，物種拓殖潛力高，即棲地條件較佳處，應可提供許多動植物棲息與利用。經由環評資料與本生態調查作業前置調查成果可知，本工程計畫所經地區多已農業化，相關道路建設密佈，其中植被棲地狀況較佳的位置（起點0k 內竿藁林13k）13公里中，計畫道路將與北18、北11、北7、北12、北10、北8、北6、北1-1、101北新路、北4、北2等11條等級在鄉道以上之道路相交，另與計畫路線平行的則有縣道101與台2線，顯見本地區道路密度甚高，棲地切割相當嚴重，即本工程計畫對區域生態之影響，主要為加成性影響，而非新影響。

在生態工程對策上，首先期望藉由生態調查與路線檢討，迴避相對較佳的熱點棲地與環境敏感區，並透過生態專業領域的建議縮小保育標的並整合發包文件，祈將生態衝擊減至最低。最後則以積極復育的態度，透過工程計畫的推動，以增益與重塑的手法，提供某些生態環境條件較差的地區能朝向對生態資源較有利的方向發展。

2. 本計畫的保育對策操作

道路建設的保育對策秉持迴避、衝擊減輕及補償替代（邱銘源，2003）等三個原則辦理。

在迴避策略部份主要迴避對象分別為：生態敏感區域、生態熱點區位及重要微棲地等三級；茲就其標的分別說明如下：

- (1) 生態敏感區域：本計畫所謂之生態敏感區位，係指政府依法（例如：自然資源保存法、野生動物保育法、國家公園法、環境影響評估相關法規）正式公告之生態敏感區域或國際條

約所載，具有保護條件之區域(例如：IBA重要野鳥棲地等)。本計畫鄰近已公告之生態敏感區有陽明山國家公園、紅樹林自然保留區及關渡自然保留區等三處，本計畫路權須迴避上述生態敏感區。另除路權迴避外，亦應注意施工過程中，避免對這些生態敏感區造成干擾，尤其是運棄土路線之安排，不可經過生態敏感區範圍。

- (2) 生態熱點區位：本計畫所謂之生態熱點區位，係指本計畫路權內及鄰近之生態資源相對較為豐富的區域。原則上，路線應儘量迴避這些區域，以降低本計畫對生態資源之衝擊。依據環評報告書、鄰近生態資源相關文獻及本計畫生態調查成果，本計畫共設置番薯里一帶及內竿藜林等二處生態熱點區位(詳圖4)。若非必要，路廊應儘量迴避這些生態熱點區位。若無法迴避，亦應以景觀生態學之建議，儘量避免經過核心區及重點區(第一級與第二級動物重要棲地)，即儘量保持生態熱點區位之整體性及重要性。於生態熱點區位作業時，以生態資源保護為設計時最重要之考量。依據調整後之路權，本計畫經過之相對生態熱點區位於里程6k+200至7k+200(番薯里生態熱點區位)及里程12k+400-13k+100(內竿藜林生態熱點區位)二處路段。

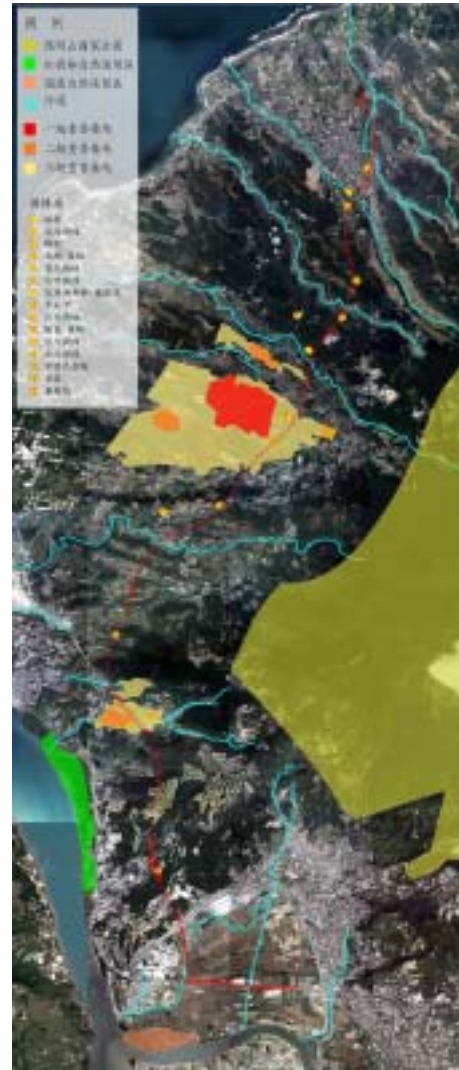


圖 4 三芝北投段生態熱點區位圖

- (3) 重要微棲地：本計畫所謂之重要微棲地主要包括：計畫影響範圍中，發現有保育類動植物、珍貴樹木，以及其他具有保

護價值之微棲地。另依據本計畫生態調查成果，共篩選出18處具有重要生態資源分布之微棲地，依據資源特性，主要可分為保育類動物棲地9處、珍貴樹木6處（7株）及優質環境3處。若非必要，設計應儘量避免上述重要微棲地受到破壞。若無可避免，亦應以補償之策略，提供其復原的機會。於生態熱點區位作業時，以生態資源保護為設計時最重要之考量。

至於衝擊減輕對策部份：則針對熱點及環境敏感區位，調整線形、檢討構造形式與工法、施工順序、標定棲地保護範圍及重要植物棲地與珍貴植物的保護等。

- (1) 線形與道路構造型式調整部份：依據環評承諾事項，台北市路段不沿貴子坑溪佈設，改線段多以隧道及高架方式進行布設，俾儘量減少對地形地貌的改變。

除前面所提應迴避之目標外，如何儘量降低本計畫對生態之衝擊，並提出妥適之減輕對策，亦為本計畫生態設計之重點。調整之依據與標的包括有：
A.重要動物棲地之迴避；
B.珍貴樹木之迴避；
C.里程

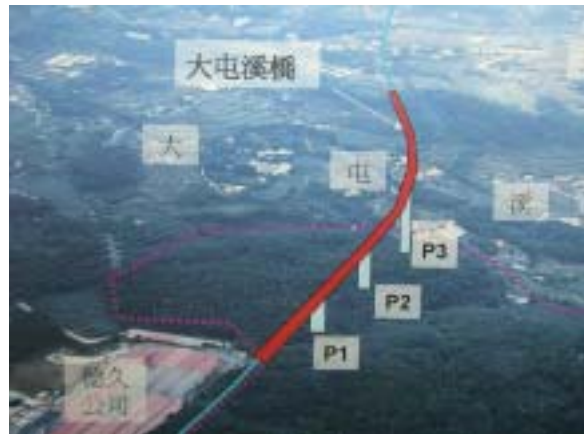


圖 5 路線朝向已開發處微調，以降低連續林帶之破壞面積。

4+200-4+600路線朝

向已開發處(德久公司)微調，以降低現有完整林帶之切割；
D調整內竿藜林交流道引道，避免穿越內竿藜林核心區，以降低切割效應（詳圖5）；
E.經評估交通量及配合開發之時程，淡海交流道僅先預留用地，暫不開發；且將連絡道路幅與車道數縮減(內竿藜林交流道以北6車道改為4車道)，減少干擾範圍。

本計畫全線主要以高架及隧道等對生態衝擊較小的構

造形式進行設計，除交流道引道外，路堤/路塹段皆未有連續超過500公尺者，且保留河川谷地，已儘量減少切割效應。

- (2) 棲地保護部份：主要之原則及對策如下A. 橋梁段落墩位置應避免在重要微棲地及河川行水區內 B.重要微棲地標示於施工圖及發包文件（詳圖6），要求納入承包商施工計畫之中，並提出具體之保護計畫與負責人員，以避免施工期間棲地受到破壞。 C.保護對象納入環境監測計畫。



圖 6 施工圖說微棲地保護範圍標示

- (3) 原生植被與老樹保護部份：於番薯里(里程6k+200-7k+200)及內竿藜林 (里程12k+400-13k+100) 二處生態熱點區位，為避免對該區域動物棲地的破壞及對物種之干擾植栽設計理念係以就地保存與保護為原則。施工方法工址佈設皆以最小干擾面積來思考。

本案於生態調查階段即針對重要微棲地中之珍貴樹木進行調查與標定（詳圖7）相關資料並持續列入發包文件與施工圖說，並要求納入承包商施工計畫之中，並提出具體之保護計畫與負責人員，以避免施工期間棲地受到破壞。



圖 7 珍貴樹木的調查與標定

其次嚴格限制植栽剷除範圍，尤其是濱溪植被帶及次生

演替較為後期的林相。部分路段經釐清植被保護範圍後，針對施工道路及施工範圍提出管制，同時該路段之清除掘除期間，同步作綠資材的保留。如A.里程13+100與內竿藜林溪交會處以下之溪床及兩側濱溪帶(溪岸兩側各25公尺) 禁止破壞與干擾，B.里程11+050-11+310間，德久公司路段，因地表連續林帶完整，為避免因施工道路之干擾地表植被，持續與橋樑工程司討論最小地表干擾之工法。

經就破壞面積、工期與經費等權重，就施工棧道與預鑄節塊漸進式工法 (Top Down) 兩種方式提出評估，並決定採行漸進式之新工法施作，並律定橋樑基礎施作範圍，縮小植被破壞面積；C.里程6+400-6+700路段，儘量使用既有道路，保留橋下植被。另鑑於部份路段路權徵收範圍內，地表植被及種源庫豐富，本案於里程2k+400-2k+940路段，嘗試推動表土保存計畫，供里程2k+730-2k+990路堤段使用；相關要求並列入發包文件中要求。

五、參考文獻

1. 行政院公共工程委員會，2005，生態工法應用在道路工程之研究(第二期)，台北：行政院公共工程委員會。
2. 周南山，1997，引進地工新技術以保護公路之環境、生態與景觀之研究，台北：環境保護文教基金會（交通部科技顧問室研究成果，計畫編號：MOTC-STAO-RD1108）。
3. 林憲德，1999，城鄉生態，台北：詹氏書局。
4. 馮豐隆(2004):「保育規劃的有效評估 - 快速生態評估法」, 台灣林業:2004年6月P36。
5. 邱士生，2000，台灣地區國道網建設制度化之研究，台北：國道新建工程局。
6. 邱銘源，2002，國道建設應用生態工法準則之研究，台大園藝所碩論
7. 邱銘源，2002，道路生態工法的理念與實踐，交通部生態工法研討會
8. 邱銘源，2002，拼貼地景的背後 - 合歡山景觀工程的省思，營建知訊月刊91.12V239，P4-8
9. 邱銘源，2003,新環境價值觀的實踐 - 道路建設應用生態工法與環境共生的經驗與案例，營建知訊月刊92.1-2月V241，P26-P34 V242，P33-P41
10. 邱銘源，2003,淺談蛙類棲地的營造，自然保育季刊2003.12 V44,P29-35

11. 邱銘源, 2004, 路遠心長 - 關於生態工法政策實踐的迴響, 營建知訊月刊2004.4 V255, P5-11
12. 邱淑美, 2004, 農村路網系統對景觀生態格局衝擊分析與評估, 台大園藝所碩論
13. 國道新建工程局, 2004, 高速公路建設應用生態工法設計準則及範例之研究, 台北: 國道新建工程局 (技術叢書035)。
14. 張啟德等譯, 1994, (Forman & Godron著), 景觀生態學, 台北: 田園城市出版社。
15. 馮正民, 1999, 國家永續發展論壇: 國土綜合開發-永續交通發展, 台北: 行政院經濟建設委員會。
16. 黃玉章譯, 1985, 美國70號州際公路山嶺區的生態環境處理, 台灣公路工程: 12 (3、4、5)。
17. 黃書禮, 2000, 生態土地使用規劃, 台北: 詹氏書局。
18. 劉獻奇譯, 1988, 應用生態學, 台北: 科技圖書公司。
19. 蔡厚男、邱銘源、呂慧穎著, 2003, 道路建設與生態工法, 台北: 熊貓書局
20. 觀察家生態顧問公司, 2005, 三芝北投快速道路「生態工法對策報告」
21. 鼎漢國際工程顧問公司(譯), 世界銀行著, 1998, 永續運輸—論政策改革之優先課題, 台北: 鼎漢。
22. 日本道路公團, 1999, 綠與高速道路, 東京: 日本道路公團
23. 日本環境省, 2001, 環境基本計劃, 東京: 日本環境省
24. 應用生態工學序說編輯委員會編, 1999, 增補應用生態工學序說, 東京: 信山社。
25. 道路環境研究所生態道路檢討委員會, 1997, 道路建設與環境共生之道, 東京: 大成出版社。
26. 環境法令研究會編, 2000, 最新環境KEYWORD第三版, 東京: 財團法人經濟調查會。
27. Dramstad, w.e., Olson, J.D. & Forman. R.T.T., 1996, Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-use Planning, Washington, D.C.: Island Press.
28. Marras, A., 1999, Eco-Tec: Architecture of the In-Between, New York: Princeton Architectural Press.
29. Thompson, J.W. & Sorvig, K., 2000, Sustainable Landscape Construction, Washington, D.C.: Island Press.

附錄一 道路生態工程檢核表(摘自生態工法應用在道路工程之使用手冊)

計畫提送階段檢核表

工程名稱		編號	
填表人		提案單位	
填表日期		審查單位	
項次	項目	是 否 不 需要	相關證明資料、文件
1.	是否有迫切的交通需求或提前興建的需求		
2.	是否有明確的道路功能定位分析		
3.	若以紓解平日交通量為目的之新建道路，是否已對地區交通管理進行檢討與改善		
4.	若以紓解假日遊憩交通量為目的之新建道路，是否對遊憩地區旅次承載量進行分析		
5.	是否有替代方案		
6.	是否經過交通專業檢討		
7.	是否經過生態專業檢討		
8.	是否經過景觀專業檢討		

說明：

1. 建議道路計畫於計畫提送時必須有交通、生態、景觀之專業審議，惟現有之審議制度未強調此類項目，期未來道路主管機關能成立專業之審查委員會或諮詢顧問團隊，以兼顧發展及保護生態環境之課題。

可行性研究階段檢核表(1/2)

工程名稱		編號				
填表人		生態小組 負責人				
填表日期		計畫主持人				
項 目	檢驗事項	查 核			說 明	備註
		是	否	不需要		
1.可行性研究階段開始	是否有生態及生態工程相關之專業人員參與其工作團隊					附表 1
	是否對道路工程在生態衝擊面有深切的認知					
2.資料蒐集	是否蒐集環境背景資料					附表 2
	是否蒐集土地利用及交通運輸需求資料					
	是否蒐集生態調查文獻					附表 3
	是否對當地保育團體進行訪談，以瞭解計畫範圍及鄰近區域有無重要生物棲地或生態敏感區域					附表 4
3.現場勘查	是否有熟悉當地生態環境或生態專業的人員參與現勘					附表 5
4.生態敏感區分析	道路建設是否經過相關之法令、公告之保護區及生態敏感區範圍					附表 6
	是否繪製生態敏感區位					附表 7
	是否繪製重要地景系統					附表 8
	是否辦理生態敏感區位之說明會					附表 9
	是否有生態資源補充調查計畫					依據資料不充足處擬定補充調查計畫

可行性研究階段檢核表(2/2)

5.路廊研選	路廊是否穿越重要之生態敏感區域				附表 10
	路廊若無法迴避生態敏感區，是否採縮小措施或方案				
	路廊是否迴避生物重要廊道，若無法迴避，是否採縮小措施或方案				
	是否避免棲地破碎效應，若無法迴避，是否採縮小措施或方案				
6.生態衝擊預測	針對路廊 鄰近或穿越之重要生態敏感區，是否進行路廊對鄰近或經過之重要生態敏感區域所造成之影響預測分析（其中應包含道路工程之施工及營運階段）				附表 11
	對影響較大之區域，是否研擬相關之保護對策及其應有之生態調查計畫				
7.可行性研究報告	可行性研究報告是否包含檢核表及附表，或可行性研究階段生態保育說明書				

規劃階段檢核表(1/2)

工程名稱		編號				
填表人		生態小組 負責人				
填表日期		計畫主持人				
項 目	檢驗事項	查 核			說 明	備註
		是	否	不需要		
1.規劃階段 開始	是否有生態及生態工程相關之 專業人員參與其工作團隊					附表 1
	是否對道路工程在生態衝擊面 有深切的認知					
2.可行性評 估 回 顧 與 檢討	彙整並檢討可行性研究階段之 檢核表或生態保育說明書				若無可行性 研究階段， 應參考現有 資料填寫附 表 2 - 6。	附表 2 - 6
3.資料蒐集	是否蒐集環境背景資料					附表 7
	是否蒐集土地利用及交通運輸 需求資料					
	是否蒐集生態調查文獻					附表 8
	是否對當地保育團體進行訪 談,以瞭解計畫範圍及鄰近區域 有無重要生物棲地或生態敏感 區域					附表 9
4.現場勘查	是否有熟悉當地生態環境或生 態專業的人員參與現勘					附表 10

規劃階段檢核表(2/2)

5.工程規劃	路線規劃是否考量生態					附表 11、 20
	排水工程規劃是否考量生態					附表 12、 20
	結構工程規劃是否考量生態					附表 13、 20
	隧道工程規劃是否考量生態					附表 14、 20
	大地工程及借棄土規劃是否考量生態					附表 15、 20
	路面工程規劃是否考量生態					附表 16、 20
	機電工程規劃是否考量生態					附表 17、 20
	環保工程規劃是否考量生態					附表 18、 20
	植栽及景觀工程規劃是否考量生態					附表 19、 20
	是否配合工程規劃之需求擬定所需之生態調查計畫					
	是否有生態補償計畫					
6.經費概估	是否配合工程規劃之需求擬定所需之後續追蹤監測項目					
	經費概估是否考量工程縮小及補償計畫所需之費用					
7.規劃報告	經費概估是否考量後續生態調查及追蹤監測所需費用					
	規劃成果報告是否包含檢核表及附表,或規劃階段生態保育說明書					

說明：

1. 工程規劃之檢核，必須回顧可行性研究所探討之重要課題，以利各工程項目之規劃。

設計階段檢核表(1/2)

工程名稱			編號			
填表人			生態小組 負責人			
填表日期			計畫主持人			
項 目	檢驗事項	查 核			說 明	備註
		是	否	不需要		
1.設計階段 開始	是否有生態及生態工程相關之專業人員參與其工作團隊					附表 1
	是否對道路工程在生態衝擊面有深切的認知					
2.規劃報告 回顧與檢討	彙整並檢討可行性及規劃階段之檢核表或生態保育說明書					
	檢討路線所經過的生態敏感區位之縮小及補償策略					附表 2
3.資料蒐集	是否對當地保育團體進行訪談，以瞭解計畫範圍及鄰近區域有無重要生物棲地或生態敏感區域					附表 3
4.現場勘查	是否有熟悉當地生態境或生態專業的人員參與現勘					附表 4
5.工程設計	是否執行規劃階段是否有研擬減輕對策所需之生態調查計畫					附表 5
	檢討路線規劃設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					附表 6、7
	檢討排水工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	檢討結構工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	檢討隧道工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					

設計階段檢核表(2/2)

5.工程設計	檢討大地工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	檢討路面工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	檢討照明工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	檢討環保工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	檢討植栽及景觀工程設計是否落實規劃階段所擬定之生態衝擊解決對策					
	配合工程設計項目是否配合擬定後續之追蹤及監測計畫					
6.工程預算	工程預算是否考量工程縮小及補償計畫所需之費用					
	工程預算是否考量後續生態調查及追蹤監測所需費用					
7.施工計畫	是否使用低噪音、低振動、低污染之施工機具					
	是否使用低噪音、低振動、低污染之施工方法					
	是否明確劃設計畫範圍及施工便道之界定方式、佈設位置、長度、寬度、面積及開挖範圍					
	是否規劃辦理生態設計理念之說明會					附表 8
	是否規劃針對施工期間計畫範圍內發現保育類動植物之應變計畫					
	是否擬定施工階段所需之監測計畫					
8.設計報告	設計成果報告是否包含檢核表及附表，或設計階段生態保育說明書					

施工階段檢核表

工程名稱		編號				
填表人		生態小組負責人				
填表日期		計畫主持人				
項 目	檢驗事項	查 核			說 明	備註
		是	否	不需要		
1.施工前	是否辦理環境暨生態監測					附監測計畫
	是否有生態及生態工程相關之專業人員參與其工作團隊					附表 1
	是否有相關生態之環評承諾事項、施工規範、設計圖說、特定條款或相關規定					附表 2
	是否有工地環境生態自主檢查機制					附表 3
	是否有監造單位、施工單位(含環境生態自主檢查人員)及生態專業人員辦理會勘					附表 4
	是否有生態資源補充調查計畫					依據資料不充足處擬定補充調查計畫
	是否辦理施工人員生態教育訓練					附表 5
2.施工中	是否發現環境生態異常現象					附表 6
	是否有民眾或環保團體對生態暨環境管理提出意見					
	是否有生態改善計畫					
	是否有後續改善成效追蹤計畫					附表 7

營運階段檢核表(1/2)

工程名稱		編號	
填表人		提案單位	
填表日期		審查單位	
項次	問題	回覆/說明	
一、課題界定，以釐清解決對策之目標：			
1	該道路營運管理之目標為何？		
2	該道路通過之水域環境之復育目標為何？		
3	是否有安全疑慮之問題？		
4	道路沿線之土地擁有者為？		
5	該道路於現況及未來之交通需求為何？		
6	該道路沿線是否有特稀有或保育類物種存在？		
7	該道路及橋梁是否會對河道及河相造成影響？		
8	該道路之路線選擇是否會增加集水區之沖刷強度？		
9	該道路是否影響水域/沿線植生之組成及分佈？		
10	是否有發現入侵性物種？		
11	該道路是否造成當地陸域動物移動之阻力？或助力？		
12	該道路之結構設施是否造成當地水域生物之移動阻力？或助力？		
13	該道路是否有景觀價值？		
14	該道路是否有其他潛在或殘餘之影響？		
二、蒐集對策研擬之資料：			
1	此管理計畫需要什麼生態環境相關文件？		
2	是否需要任何許可？		
3	是否有限制開發之範圍或水體標準，若有，則範圍或水體標準為？		
4	該道路是否有區域性路網或交通之分析研究？		
5	該道路之維護管理標準為何？		
6	該道路現有及未來之交通流量為何？		
7	該道路通過之水域環境為終年有水或間歇性有水？		

營運階段檢核表(2/2)

8	該道路通過之水域環境是否有流量紀錄之資料？	
9	該道路通過之水域環境之特性或型式為？	
10	該道路通過之水域環境是否曾經進行情勢調查或研究？	
三、對策實施所需資源：		
1	是否有能夠提供解決對策或建議之專家顧問？	
2	對於解決對策是否有特殊之資金來源？	
3	影響減輕對策或復育計畫之重要性及急迫性(或時程)為何？	
四、對策研擬：		
1	此道路是否需要維修工作？	
2	對策之選用是否會產生其他潛在或殘餘影響？	
3	過去是否曾執行過其他的影響減輕對策？	
4	本對策是否曾被使用於相似之案例,是否成功？	
5	本對策有無任何不確定性？	
6	若發生不在道路施工前預期之影響,有無標準作業程序?(如發生某種保育類動物常被撞擊等)	
五、配合對策實施之監測計畫：		
1	對策實施之預期結果可能為？	
2	對策實施前是否曾實施監測計畫,若有,則結果為？	
3	監測計畫是否需要依循任何法規？	
4	監測之參數為何?其監測頻率為？	
5	監測計畫之經費來源為？	
6	對監測計畫負責之單位為？	
7	監測資料之保存方式為？	

拆除(廢棄) 階段檢核表(1/3)

(1) 整體計畫評估表

道路名稱/編號	
時間	
地點	
主管單位	
請簡述道路拆除方式。	
本道路未來是否有復用之機會？	
車輛行駛是否被有效地限制？	
本計畫之經費來源為？	
本計畫可能使用之工具為？	
本計畫何時開始執行？	
機具使用時是否辦理監督指導之工作？若沒有，為何？	
是否有植生計畫？請簡述之。(包含種源取得、覆蓋材料等)	
是否有監測計畫？請簡述。(照片、定質定量之調查)	
監測計畫是否與本計畫直接相關？	
監測費用是否適度估算？	
填方區域是否被拆除？	
機具於使用前後是否清理？	

拆除(廢棄) 階段檢核表(2/3)

(2) 特殊場址/路段評估表

道路名稱/編號：	
時間：	
場址：河溪及溝渠跨越處、排水道	路段：道路區段
考量事項： 填方處是否被移除？ 排水箱涵是否被移除？ 是否穩定河床？	考量事項： 路段是否拆除？ 內側排水溝是否拆除？ 是否回填至原地形？ 道路斷面修正為向外傾斜，其傾斜角度是否能使逕流往下游流動，而少停留於道路表面？
地點或路段名稱 或編號	對策說明及注意事項
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	
場址/路段	

拆除(廢棄) 階段檢核表(3/3)

(3) 道路拆除記錄表

(a) 整體計畫資料

道路名稱/編號	
時間	
地點	
主管單位(agency)	
道路型式(road type) (速限等)	
服務對象(access) (轎車、吉普車、健行等)	
歷史記錄(road history) (施工年、養護記錄)	
地形環境(hillslope position)	
備註	

(b) 場址資料

場址名稱/編號	
場址型式(type of site) (溪、溝渠、排水道等)	
逕流構造(drainage structure) (跨溪橋、箱涵等)	
排水狀況(culvert condition) (良好、阻塞、損毀等)	
歷史記錄(crossing history) (逕流流向是否改變)	
備註	

(c) 路段資料

路段名稱/編號	
路面型式(surface shape) (外傾、內傾、路拱)	
路面狀況(surface condition) (外傾、內傾、路拱)	
填方狀況(fill condition) (穩定與否)	
挖方狀況(cutslope condition) (穩定與否)	
路側溝狀況(inboard ditch condition) (良好、範圍擴大、阻塞)	
備註	

